

異種材ろう付における 母材の溶解—晶出

吉 田 亨

はじめに

「自転車技術情報」誌が復刊されるとのことである。かつて「自転車生産技術」誌の寄稿者の一人として、数々の駄文でその誌面を汚した筆者にとって、誠になつかしく、その復活を心から喜ぶものである。

「自転車生産技術」誌に筆者が執筆したもののうちでは、自転車々体の接合の手段として、通常用いられているろう付に関するものが多かったと覚えている。

さて、筆者の最近の研究のうちでもっとも力を傾けているのも、ろう付に関するものであり、二三の研究者の協力の下に、“異種材ろう付における母材の溶解—晶出”理論を展開し、主張している。これは従来のろう付に関する常識を超えるものであり、かつその応用の道も広いので、ここにその大要を紹介し、ご批判を仰ぎたい。

1 ろう付における母材の溶解

ろう付と熔融溶接の違いとして、熔融溶接では母材が溶けるが、ろう付では母材を溶かさないと考えられている。しかしよく考えてみると、金属と金属とが接合する場合、液体金属が固体金属面をぬらして、一定時間保持されるからには、たとえ数原子層にしても、その界面で液体金属中へ母材金属が溶解するのをさけることはできない。

たとえば、はんだによって銅基板のプリント回路をディップろう付するとき、何回もはんだ付しているうちに、はんだの融点が次第に高くなり、ついには使いものにならなくなってしまうことがある。これは基板の銅がわずかずつはんだ中に溶

解し、そのためにはんだの組成が変わり、融点が高くなるからである。

このような現象ははんだだけでなく、ろう付でははんだ付より高温であるので、一層顕著であり、たとえば、鋼の高周波加熱による銅ろう付では、きわめて短時間の加熱にもかかわらず、母材の鉄が熔融したフィラメタル中に、そのろう付温度での平衡量近くまで溶解する。

鉄—銅二元平衡状態図によると、1,150℃（銅ろう付の温度）での熔融銅中での鉄の平衡溶解量は4～5%である。実際に鋼をいろいろなろう材でろう付し、その溶着金属を分析してみると、溶着金属中の鉄の量はほとんど平衡量に近い。

これはろう付では、鑄造などのような大量の金属の溶解作業とは異なり、きわめて少量の金属が比較的広い面積の母材のすきまの間で溶かされるので、反応速度がきわめて早く、比較的短時間の加熱によって平衡状態になるからである。

2 異種の母材の組合せ

同種の母材の組合せでは、上に述べたように母材金属は熔融ろう中に溶解し、きわめて短時間で平衡に達し、平衡に達してからはいくら加熱保持時間を長くしても、それ以上の母材の溶解は起こらない。

しかし異種の組合せになると、両母材界面で熔融ろう中へ溶解するそれぞれの母材の平衡量に差があるから、一定のろう付温度で、一方の界面では母材が溶解し、他方の界面からは、その溶けた成分金属が晶出してくる。筆者らはこの現象を“母材の溶解—晶出”と名付け、数年前よりいろいろな角度から実験を試み、その理論の正しさと重要性を強調している。

注) 筆者は工学博士、名古屋市工業研究所局付参事

3 異種の鋼のろう付

写真は、鋼の銅ろう付の接合部の金属組織である。上図は低炭素鋼、下図は高炭素鋼どおしを銅ろう付したものであり、母材の溶解一品出は起こっていない。中央の図は低炭素鋼と高炭素鋼を同じ条件で銅ろう付したものであり、低炭素鋼が溶解し、高炭素鋼側から柱状の晶出相が現われている。(写真に見られる円形のは、タングステンのスペーサであり、接合間げきを一定に保つため、ろう付前に母材の間にはさんだものである。このスペーサの位置から、低炭素鋼側が溶融ろうによって侵されていることがわかる。)

また、低炭素鋼が浸炭されているのは、柱状の晶出相を通して、炭素が高炭素鋼から拡散、侵入したためである。

このような現象は銅ろう付に限らず、黄銅ろう付でも、銀ろう付でも起こる。ただし、ろう付温度が低くなると、柱状晶の成長速度は遅くなる。また、炭素鋼だけでなく、合金鋼のろう付でも起こり、柱状晶の成長は主として両母材間の炭素量の差によって支配される。

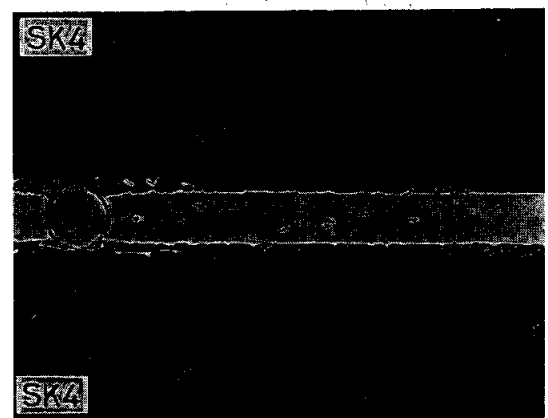
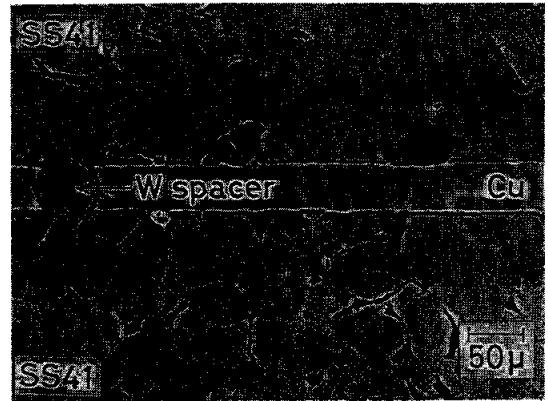
このように柱状晶出相によって両母材が連結されると、継手部のせん断強度は著しく向上する。したがって、鋼製部品をろう付するときには、両母材間の炭素量の差の大きいものを選び、その接合間げきを狭くする(いずれも柱状晶の成長を速める。)ことが、継手部のせん断強度を高めるきわめて有効な手段となることがわかる。

4 その他のろう付

鉄とモリブデンを銅ろう付すると、鉄が溶融ろう中に溶解し、モリブデン側から板状の鉄晶出相が現われ、この鉄がモリブデン母材中へ拡散、侵入して、もろい金属間化合物、 Fe_7Mo_6 を形成する。

セラミックスと鉄系合金の接合では、セラミックスにモリブデンを溶射し、溶射モリブデン層と鉄系合金の間で、通常の銀ろう付が行われている。この場合ろう付温度が高くなると、モリブデン側に鉄の板状晶が形成され、それがモリブデンへ拡散してもろい層を生じ、はく離の原因となる。この対策には、たとえば鉄系合金へのニッケルめっきが用いられる。

鉄系以外の金属のろう付でも、ある一定の条件



が備われれば、同様に母材の溶解一品出が起こる。

以上述べた例からわかるように、母材の溶解一品出は多くの異種ろう付において認められ、この現象を正しくは握ることによって、ろう付継手の機械的性質や耐食性を改善することが可能となる。なお、詳細については下記の論文を参照されたい。

参考文献

- 吉田, 大村, 滝上, 溶接学会誌 第46巻第11号 (1977)
- 吉田, 大村, 溶接学会誌 第47巻第7号 (1978)